

Echtzeit-Betrachtung von Messergebnissen anhand des Versuchs FVT13

1 Antragsteller/in

Lehrstuhl Fluidverfahrenstechnik
M.Sc. Rouven Loll, PD Dr. Christoph Held

2 Kurzbeschreibung des Projektes

Die QVM-Mittel sollen genutzt werden, um das Thema „Echtzeit-Betrachtung von Messergebnissen“ anhand des Versuchs „FVT13 – CO₂ Absorption“ zu lehren. Die Studierenden werden speziell auf das Thema Echtzeitmessung aufmerksam und werden im Umgang mit online Monitoring, LabView und Programmierung gelehrt, um unmittelbar die aus den neuen digitalen Messsonden bezogenen Daten live zu verfolgen, auszuwerten, und zu bewerten. Die dazu nötigen, hier beantragten QVM-Mittel beinhalten eine Neuanschaffung von Messsonden, eine Teildigitalisierung des Versuchs durch Verknüpfung mit dazu zu entwickelndem LabView-Code, sowie dessen Implementierung. Ziel ist die Fertigstellung zum nächsten Praktikumstermin im WS 2022/23.

3 Details zum Projekt

3.1 Istzustand vor Beantragung

Der Versuch FVT13 "Absorption of CO₂ in a Membrane Contactor" ist ein Versuch für CIW Master und PSE Studierende, bei welchem die Chemisorption von CO₂ in eine Kaliumcarbonatlösung untersucht wird. Dabei wird die Abtrennleistung von CO₂ aus dem Gasstrom bei unterschiedlichen Betriebspunkten anhand verschiedener Kenngrößen (Absorptionsgrad und absorbiertes CO₂-Molenstrom) bewertet. Dazu wird zunächst ein Druckluft- und ein CO₂-Strom gemischt, dieser Gasstrom wird dann im Gegenstrom mit dem Lösemittel im Membrankontaktor in Kontakt gebracht. Die Volumenströme der drei Fluide werden manuell an Schwebekörper-Durchflussmessern abgelesen. Die Absorptionsrate von CO₂ wird schließlich über die Änderung der Carbonat-Konzentration in der flüssigen Phase bestimmt. Dafür werden Proben aus der Flüssigphase vor und nach dem Membrankontaktor gezogen, die Messung der Änderung der Carbonat-Konzentration geschieht dann indirekt über pH-Wert-Bestimmung. Die Auswertung erfolgt nach Versuchsende in Excel. Sowohl im gesamten Versuchsablauf als auch für die Auswertung werden „offline“ Methoden angewendet, was einerseits nicht zeitgemäß ist und andererseits Rückschlüsse bereits während der Versuchsdurchführung nicht erlaubt.

3.2 Projektziel/Projektbeschreibung

Ziel des QVM-unterstützten Projektes ist es, dass Studierende durch Echtzeiterfassung von Messergebnissen (Volumenströme, pH) Erfahrungen mit online-Messsensoren erhalten (somit besser auf das spätere Berufsleben vorbereitet werden) und zudem ein Experiment während der Durchführung überwachen und bereits bewerten können. Zudem vertieft die Umstellung die Programmierkenntnisse der Studierenden und lehrt den Umgang mit digitaler Auswertung in LabView. Da eine grundlegende, aber nicht vollständige LabView-Vorlage zur Verfügung gestellt wird, werden die Studierenden zu Beginn des Versuchs die Implementierung der Kenngrößenberechnung aus den Messwerten vornehmen. Die Mess- und Zielgrößen werden so durch online Monitoring erhalten, und das Erreichen stationärer Betriebszustände wird so anhand von live-Trajektorien anstelle einfachen Abwartens über einen vorgegebenen Zeitraum erfasst. Dadurch wird ein tiefgehendes Verständnis zum Einfluss der Betriebsbedingungen auf die unterschiedlichen Kenngrößen des

Absorptionsprozesses in Echtzeit ermöglicht.

Diese genannten Maßnahmen binden sich in das Anforderungsprofil der BCI ein, Programmierungskennnisse in verschiedenen Bereichen des Studiums wie z.B. im Praktikum anzuwenden (hier anhand einer LabView-Implementierung). Dieses bietet sich bei dem Versuch FVT13 speziell an, da erhebliche Datenmengen entstehen, deren Echtzeit-Erfassung und automatisierte Auswertung hinsichtlich der Mess- und Zielgrößen als auch Stationarität von Betriebspunkten in Prozessen deutlich vorteilhaft gegenüber dem Istzustand ist. Zudem werden Wartezeiten während des Versuchs zunehmend durch Echtzeit-Messverfolgung zielführend genutzt und eine anschließende Auswertzeit wird reduziert, da die Berechnung der Kenngrößen direkt während der Versuchszeit in LabView implementiert wird. Dies steht konträr zu dem Antrag „TP02-Airliftreaktor“, bei dem der Fokus auf der modellgestützten Auswertung liegt ohne eine Echtzeitauswertung zu betrachten.

3.3 Einzelmaßnahmen, Schritte etc.

1. Anschaffung und Installation von online-Messgeräten (1x Volumenstrom flüssig, 2x Volumenstrom Gas, 1x pH-Messung). Dies wird eingelesen von einem zentralen Rechner über eine zu beschaffende Control box.
2. Anfertigung einer LabView-Vorlage für den Abruf der Messwerte und die Implementierung der Kenngrößenberechnung
3. Anpassung des Praktikumsskripts und der Vorgaben zur Durchführung/Auswertung
4. Testen der neuen Versuchsdurchführung.

3.4 Geplante Laufzeit

Die Maßnahmen 1 - 4 werden bis September 2022 fertiggestellt, um das Anwenden vor Beginn des Praktikums zum WS 2022/23 zu gewährleisten.

3.5 Indikatoren zur Evaluation des Projektes

- Evaluationsergebnisse
- Erweitertes Wissen zum Thema Echtzeit-Messfassung; messbar durch Anwendung / Nutzen dieses Wissens in anschließenden Praktika und wissenschaftlichen Abschlussarbeiten (BA/MA)
- Besseres Verständnis der Studierenden in Abschluss-Kolloquien und langfristig in Abschlussarbeiten.

3.6 Nachhaltigkeit/Verstetigung

Nach Projektabschluss steht die Änderung dieses Praktikumsversuchs auch weiteren Semestern zur Verfügung. Die Nutzung aller Materialien soll in den folgenden Semestern weitergeführt werden, um die Zusammenhänge zwischen eigenen Veranstaltungen, z.B. Messwerterfassung und Echtzeitverfolgung bei Demonstratorversuchen in der Verfahrenstechnik als auch zwischen dem eigenen Fach und anderen Veranstaltungen (Nutzung der Programmierung für das Praktikum) zu verdeutlichen. Dieses Projekt soll speziell auch als Grundlage dienen, um Erfahrungen zu sammeln, wo die Digitalisierung zum Verständnis einer Unit Operation und zur Verbesserung der Messwerterfassung und Auswertung allgemein bei Praktika sinnvoll ist und wo diese Verzahnung zwischen theoretischen Lehrveranstaltungen und Praktika weiter umgesetzt werden sollte. Im späteren Berufsleben wird dieses dann einen einfachen Einstieg bieten, um Messdaten sinnvoll für anschließende Simulation/Optimierung zu nutzen (big data, Industrie 4.0). Dieses bietet sich bei dem Versuch FVT13

speziell an, da erhebliche Datenmengen entstehen, deren Echtzeit-Erfassung und automatisierte Auswertung in Prozessen deutlich vorteilhaft gegenüber dem offline-Erfassen der Messwerte und separierter Versuchsauswertung ist.